

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP2004/014024

International filing date: 09 December 2004 (09.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: EP  
Number: 03028312.1  
Filing date: 09 December 2003 (09.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 03 December 2008 (03.12.2008)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



**Europäisches  
Patentamt**

**European  
Patent Office**

**Office européen  
des brevets**

**Bescheinigung**

**Certificate**

**Attestation**

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

**Patentanmeldung Nr.    Patent application No.    Demande de brevet n°**

03028312.1

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

**R C van Dijk**



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03028312.1  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 09.12.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Fritz Haug AG  
Industriestrasse 6  
9015 St. Gallen-Winkeln  
SUISSE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Kolbenkompressor zum Verdichten gasförmiger Medien in wenigstens zwei  
Arbeitsräumen

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

F04B/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

## **Kolbenkompressor zum Verdichten gasförmiger Medien in wenigstens zwei Arbeitsräumen**

Die Erfindung betrifft einen Kolbenkompressor zum Verdichten gasförmiger Medien in wenigstens zwei Arbeitsräumen mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs.

Es sind bereits zahlreiche Kolbenkompressoren mit mehreren Arbeitsräumen bekannt und gebräuchlich. So beschreibt beispielsweise die US 4 889 039 einen Kolbenkompressor, in welchem die Ventile jeweils im Zylindermantel angeordnet sind. Solche Kompressoren sind verhältnismässig aufwendig herzustellen und entsprechend teuer. Ein wesentlicher Nachteil einer Ventilanordnung im Zylindermantel sind die relativ grossen Schadraumvolumen, welche speziell bei kleineren Kompressoren mit kleinen Hubvolumen einen schlechten Verdichtungswirkungsgrad verursachen.

Es ist deshalb eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Bekannten zu vermeiden, insbesondere einen Kompressor der eingangs genannten Art zu schaffen, welcher sich durch eine einfache und günstige Herstellbarkeit und zugleich durch gute Leistungsdaten auszeichnet. Insbesondere soll eine leichte Montage in Modulbauweise möglich sein. Der Kompressor soll weiter eine lange Lebensdauer aufweisen.

Erfindungsgemäss werden diese Aufgabe mit einem Kolbenkompressor mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs gelöst.

Ein Kolbenkompressor zum Verdichten gasförmiger Medien weist einen Stufenkolben mit einem ersten Kolbenteil und wenigstens einen zweiten coaxial angeordneten Kolbenteil auf. Der Kolbenkom-

pressor verfügt über einen ersten Zylinder mit einer inneren Bohrung zur Aufnahme des ersten Kolbenteils zur Bildung eines ersten Arbeitsraumes auf. Der zweite Zylinder verfügt ebenfalls eine innere Bohrung zur Aufnahme des zweiten Kolbenteils zur Bildung eines zweiten Arbeitsraumes. Dabei weist der zweite Kolbenteil einen kleineren Durchmesser als der ersten Kolbenteil auf. Jeder der wenigstens zwei Zylinder ist durch eine Platte mit Ventilanordnungen verschlossen, wobei der zweite Kolbenteil mit dem kleineren Durchmesser durch eine Öffnung in einer der Platten mit Ventilanordnungen geführt ist. Der Stufenkolben ist im Kompressor hin- und her beweglich, wodurch gasförmiges Medium angesaugt und dann verdichtet wird. Mit Hilfe des Stufenkolbens ist eine Verdichtung in wenigstens zwei getrennten Arbeitsräumen möglich. Ein Arbeitsraum ist dabei ringförmig (Ringspalt) ausgebildet, während der andere Arbeitsraum zylindrisch ausgebildet ist. Die Hubbewegungen des Stufenkolbens können beispielsweise über ein Pleuelsystem mit einem Antrieb über einen Kurbeltrieb erfolgen. Dazu ist der Stufenkolben über eine Kolbenstange oder einen Führungskolben mit dem Antrieb verbunden.

Die Platten mit Ventilanordnungen verschliessen die Zylinder und dienen zur Ein- und Auslasssteuerung des zu verdichtenden gasförmigen Mediums. Eine solche Ventilanordnung hat verschiedene Vorteile. So können die Platten mit den Ventilanordnungen einfach montiert und demontiert werden. Eine Modulbauweise wird dadurch ebenfalls ermöglicht, da die notwendigen Ventile auf einfache Art und Weise auf die Platten angebracht werden können. Der Vorteile dieser Bauart liegt in der guten Ausnützung des Zylinderquerschnittes und der sich reibungsfrei bewegenden Ventilplatten. Der Schadraum, die Abnutzung und die Strömungsverluste sind daher bei dieser Ventilanordnung gering und sie eignet sich daher besonders für kleinere und schnelllaufende Kompressoren.

In einer ersten Ausführungsform ist der erste Kolbenteil an einem Ende des zweiten Kolbenteils angeordnet. Das Kolbenteil mit dem grösseren Durchmesser bildet damit das vordere Ende des Stufenkolbens. Der erste Kolbenteil bildet einen zylindrischen Arbeitsraum und der zweite kleinere Kolbenteil bildet einen ringförmigen Arbeitsraum. Die Kolbenteile und die beiden Zylinder sind damit derart angeordnet, dass eine Kompression im Gegentakt erfolgt. Das gasförmige Medium wird in einer Bewegungsrichtung jeweils in einem Arbeitsraum verdichtet und im anderen Arbeitsraum angesaugt (und umgekehrt).

Da sich die Gaskräfte, die einerseits auf die ganze Kolbenfläche und andererseits nur auf den Ringspalt wirken, in den Arbeitsräumen teilweise aufheben, findet eine Entlastung der Kräfte auf den Antrieb statt. Ein weiterer Effekt dieser Anordnung ist ein ausgeglichener Drehmomentverlauf und damit eine bessere Laufruhe.

In einer alternativen Ausführungsform wird der zweite Kolbenteil am Ende des ersten Kolbenteils angeordnet. Damit bildet der zweite Kolbenteil, dessen Durchmesser kleiner als der Durchmesser des ersten Kolbenteils ist, das vordere Ende des Stufenkolbens. Der zweite kleinere Kolbenteil bildet einen zylindrischen Arbeitsraum und der erste grössere Kolbenteil bildet einen ringförmigen Arbeitsraum. Die Kolbenteile und die beiden Zylinder sind derart angeordnet, dass eine Kompression im „gleichen Takt“ erfolgt. In dieser Anordnung ist jeweils eine Bewegungsrichtung gleichwirkend für beide Arbeitsräume. Eine Verdichtung findet also in den beiden Arbeitsräumen gleichzeitig statt. Die Verdichtung findet jedoch in zwei Stufen statt. In einer ersten Stufe erfolgt eine Verdichtung über den (durch den zweiten Arbeitsraum gebildeten) Ringspalt. Die Verdichtung in der zweiten

Stufe erfolgt über die Kolbenfläche des zweiten Kolbenteils, welcher das vordere Ende des Stufenkolbens bildet.

Die Kolbenteile sind jeweils bevorzugt mittels Kolbenringen gegenüber der inneren Bohrung der Zylinderteile abgedichtet. Der Vorteil dieser Ausführungsform liegt darin, dass die Verluste über die Kolbenringe aus der zweiten Stufe in die erste Stufe austreten und nicht ins Freie gelangen. Dadurch können Gasverluste erheblich minimiert werden. Im Weiteren werden die Belastungen auf die Kolbenringe gesenkt.

Vorzugsweise wird beispielsweise der Durchmesser des zweiten kleineren Kolbenteils im Vergleichs zum Durchmesser des ersten grösseren Kolbenteils derart gewählt, dass das Ringspaltvolumen der ersten Stufe ein drei bis vier Mal so grosses Volumen hat, wie der Arbeitsraum am vorderen Ende des Stufenkolbens.

Vorteilhaft ist es, wenn die Platten scheibenförmig ausgebildet sind und die Arbeitsräume stirnseitig begrenzen, wodurch auf einfache Art und Weise die Arbeitsräume verschlossen werden. Dadurch wird auch eine einfache und kompakte Bauweise von Kompressoren ermöglicht.

Vorteilhaft ist es, wenn die Platten mit Ventilanordnungen wenigstens ein Einlassventil und wenigstens ein Auslassventil verfügen. Damit wird sichergestellt, dass jeweils in einer Bewegungsrichtung Luft oder andere gasförmige Medien über ein Einlassventil angesaugt und bei der entgegengesetzten Bewegung die verdichtete Luft über die Auslassventile ausgestossen wird. Vorteilhaft weisen die Platten dazu Bohrungen für die Ventilanordnungen auf. An diesen Bohrungen können die entsprechenden Ventile angeordnet werden. Solche Bohrungen können mit geringem Auf-

wand auf die Platten, welche vorzugsweise aus Metall wie Stahl oder Aluminium bestehen, eingebracht werden.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Einlassventile und Auslassventile als Lamellenventile, als Zungenventile, oder Einzelventile mit Federrückstellung ausgestaltet sind. Eine Lamelle verschliesst (respektive öffnet) den Durchgang durch jeweils eine Bohrung zur Durchführung der Medien. Eine Zunge verschliesst (respektive öffnet) den Durchgang durch jeweils mehrere Bohrungen zur Durchführung der Medien gleichzeitig. Ein Einzelventil verschliesst (respektive öffnet) den Durchgang durch jeweils eine Bohrung oder mehrerer Bohrungen zur Durchführung der Medien. Solche Ventile eignen sich besonders zum Einsatz in einer Kompressionseinheit mit kleinen Hubvolumen. Diese Ventiltypen zeichnen sich dadurch aus, dass sie einfach und günstig herzustellen oder zu beziehen sind. Auch können sie auf einfache Weise in der Platte angeordnet werden.

Die Platten werden gegenüber den Zylinderteilen durch Dichtungen, beispielsweise Flachdichtungen, O-Ring-Dichtung oder allenfalls metallische Dichtungen abgedichtet.

Weitere Einzelmerkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele und aus den Zeichnungen. Es zeigen:

Figur 1: Querschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Kolbenkompressors,

Figur 2: Querschnitt durch ein alternatives Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Kolbenkompressors,



Figur 3: vergrösserte Darstellung eines Schnittes durch den oberen Teil eines Kolbenkompressors mit Lammellenventilen und

Figur 4: vergrösserte Darstellung eines Teil-Querschnittes durch einen weiteren Kolbenkompressor mit Ventilen, welche eine Federrückstellung aufweisen.

In Figur 1 ist ein mit 15 bezeichneter Kolbenkompressor mit einem Stufenkolben 1 dargestellt. Der Stufenkolben 1 besteht aus zwei Kolbenteilen: einem ersten Kolbenteil 16 und einem zweiten Kolbenteil 17. Die Kolben sind selbstverständlich grundsätzlich symmetrisch und koaxial in einer Achse A angeordnet. Der Stufenkolben 1 kann sich in x-Richtung entlang der Achse A hin- und her bewegen. Der erste Kolbenteil 16, welcher das vordere Ende des Stufenkolbens definiert, ist in einem ersten Zylinder 7 angeordnet. Der Durchmesser des ersten Kolbenteils 16 ist grösser als der Durchmesser des zweiten Kolbenteils 17. Oberhalb einer Kolbenfläche 30 des ersten Zylinders 7 befindet sich ein durch den ersten Zylinder 7 gebildeter Arbeitsraum 21, abgeschlossen durch die Ventilplatte 9. Ein weiterer Arbeitsraum 22 ist im Bereich des zweiten Zylinders 8 und des zweiten Kolbenteils 17 angeordnet. Dieser Arbeitsraum 22 ist ersichtlicherweise ringförmig ausgestaltet.

In Figur 1 verfügt der Kompressor 15 weiter über einen Zylinderkopf 29. In diesem Fall befindet sich die Platte 9 zwischen dem Zylinderkopf 29 und dem ersten Zylinder 7. Allenfalls ist vorstellbar, auf den dargestellten Zylinderkopf 29 zu verzichten und nur eine Platte 2 mit Ventilanordnung als Abschluss des Zylinders 7 einzusetzen.

Die andere Platte 9 mit den Ventilanordnungen, welche den Ringspalt bzw. Arbeitsraum 22 verschliesst, ist zwischen dem ersten Zylinder 7 und dem zweiten Zylinder 8 angeordnet. Mittig weist die Platte 2 eine kreisförmige Öffnung 20 auf, dessen Durchmesser vorzugsweise dem Durchmesser der inneren Bohrung 19 des zweiten Zylinders 8 entspricht. Die Öffnung 20 kann aber auch derart ausgestaltet sein, dass eine Dichtung mit dem Kolbenteil 17 vorliegt. An den Platten 2 und 9 sind jeweils wenigstens ein Einlassventil 3 bzw. 13 und jeweils ein Auslassventil 4 bzw. 14 angeordnet. So sind beispielsweise in Figur 1 die Einlassventile 3 und 13 sowie die Auslassventile 4 und 14 als Lamellenventile 31 ausgestaltet. Selbstverständlich sind auch andere Ventilarten einsetzbar. Die Kolbenteile 16 und 17 weisen auf ihren Mantelflächen Kolbenringe 5 zum Abdichten der jeweiligen Arbeitsräume 21 bzw. 22 auf. Andere Abdichtungen wie Labyrinth-Dichtungen oder Stangenpackungen sind ebenfalls vorstellbar. Der vordere Kolbenteil 16 weist weiter Führungselemente 6 auf, um einerseits die Stabilität des Stufenkolbens 1 zu erhöhen und andererseits um den Abstand zwischen Stufenkolben 1 und des Zylinders (hier nur des Zylinderteils 7) zu minimieren. Dadurch kann der Wirkungsgrad des Kolbenkompressors 15 verbessert werden.

Der Stufenkolben 1 verdichtet beispielsweise bei der Abwärtsbewegung in x-Richtung ein gasförmiges Medium, insbesondere Luft, wobei das verdichtete Medium über das Auslassventil 14 ausgestossen werden kann. Mit derselben Abwärtsbewegung wird in den ersten Arbeitsraum 21 das gasförmige Medium angesaugt. Bewegt sich der Stufenkolben 1 in die umgekehrte Richtung, erfolgt der Prozess auf umgekehrte Weise. Die in Figur 1 dargestellten Pfeile veranschaulichen die einströmende bzw. ausströmende Luft.

In Figur 2 wird eine alternative Ausführung eines Kolbenkompressors 15 gezeigt. Dieser Kolbenkompressor 15 verdichtet Luft oder andere gasförmige Medien im Gleichtakt. Wird also etwa ein Stufenkolben 1 nach vorne, also etwa in Richtung des Zylinderkopfs 29 bewegt, so wird die Luft in den Arbeitsräumen 21 und 22 verdichtet. Überschreitet der Druck in den Arbeitsräumen ein bestimmtes Niveau, so entweicht die verdichtete Luft über die jeweiligen Auslassventile 4 oder 14.

Die Verdichtung erfolgt zweistufig. In einer ersten Stufe wird das Medium über den Ringspalt 28 im unteren Arbeitsraum 21 verdichtet. In der zweiten Stufe wird das Medium im vorderen Arbeitsraum 22 über die Kolbenfläche 30 des vorderen Kolbens 17 verdichtet. Auf Grund der verhältnismässig kleinen Kolbenfläche 30 können hier höhere Enddrücke erzielt werden. Die Anordnung zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass die Verluste über die Kolbenringe 5 aus der zweiten Stufe in die erste Stufe austreten und somit nicht ins Freie gelangen. So können Gasverluste erheblich minimiert werden. Im Weiteren werden die Belastungen auf die Kolbenringe 5 minimiert, da auf Grund des Stützhochdrucks im unteren Arbeitsraum 21 der auf die Kolbenringe 5 wirkende Differenzdruck bezüglich des vorderen Arbeitsraums 22 kleiner ist. Der zweite Kolbenteil 16 verfügt neben Kolbenringen 5 über zusätzliche Führungselemente 6. Je nach Dimensionierung und Anwendungszweck können mehrere solche Dichtungselemente und/oder Führungselemente angeordnet werden.

In den Figuren 1 und 2 wird der eigentliche Antrieb des Stufenkolbens 1 nicht dargestellt. Ein Stufenkolben 1 wird durch einen oszillierenden Antrieb, beispielsweise über einen Kurbeltrieb bewegt. Der Stufenkolben 1 ist dabei bevorzugt über eine Kolbenstange mit dem Antrieb verbunden. Die Führung des Stufenkolbens

1 kann insbesondere durch einen Kreuzkopf (ebenfalls nicht dargestellt) erfolgen.

Die Figur 3 zeigt einen Schnitt durch eine obere Platte 9 mit der Darstellung eines Einlassventiles 3 in der Ausführung als Lamellenventil 31. Jeweils für ein Einlassventil 3 ist in der Platte 9 eine Bohrung 23 in Form einer Durchgangsbohrung vorzusehen, welches durch eine jeweilige Lammelle abgedeckt wird. Die Lamellenventile 31 sind dabei aussermittig angebracht. Mindestens jeweils eine Lammelle als Einlass- und Auslassventil ist insgesamt vorzusehen. Die Anzahl der Lamellen hängt im Wesentlichen von der Baugrösse und den vorgesehenen Leistungsdaten ab. Selbstverständlich müssen die Kolbenteile 16 und 17 Aussparungen an Stellen aufweisen, wo Bauteile der Ventile 3 und 4 in den Hubraum hineinragen. Die Position des Stufenkolbens 1 um die Längsachse A muss fixiert sein.

Die Einlassventile 3 und Auslassventile 4 können entsprechend der Ausführung mit Lamellenventilen 31 jeweils auch als Zungenventil ausgeführt sein, wobei dann eine Zunge mehrere Bohrungen 23 gleichzeitig abdecken würde (nicht dargestellt).

Die Figur 4 zeigt beispielhaft eine Ventilanordnungen auf einer Platte 9, welche analog auch für die Ventilanordnung der Platte 2 des Ringspalts 28 gelten. Die Ventile 3 und 4 sind als Einzelventile mit Federrückstellung 33 ausgeführt, welche zentral über den Bohrungen 23 angeordnet sind.

Selbstverständlich können die übrigen (jeweils in den Fig. 3 oder 4 nicht dargestellten) Platten ähnliche Ventilanordnungen aufweisen.

PHA037EP / 09.12.03

10

PHA037EP-0300511

Die einzelnen Ventilkonstruktionen von Lamellen-, Zungen- oder Einzelventilen sind nicht Gegenstand der Erfindung. Diese wurden in vielen Fachpublikationen detailliert beschrieben und werden als bekannt vorausgesetzt.

## Patentansprüche

1. Kolbenkompressor (5) zum Verdichten von gasförmigen Medien in wenigstens zwei Arbeitsräumen mit einem Stufenkolben (1) enthaltend einen ersten Kolbenteil (16) und wenigstens einen koaxial angeordneten zweiten Kolbenteil (17), einen ersten Zylinder (7) zur Aufnahme des ersten Kolbenteils (16) und zur Bildung eines ersten Arbeitsraumes (21) und wenigstens einen zweiten Zylinder (8) zur Aufnahme des zweiten Kolbenteils (17) und zur Bildung eines zweiten Arbeitsraumes (22), wobei der zweite Kolbenteil (17) einen kleineren Durchmesser als der erste Kolbenteil (16) aufweist, wobei jeder der wenigstens zwei Zylinder (16, 17) durch eine Platte (2, 9) mit Ventilanordnungen verschlossen ist und wobei der zweite Kolbenteil (17) durch eine Öffnung (20) in einer der Platten (2) geführt ist.
2. Kolbenkompressor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kolbenteil (16) am einen Ende des zweiten Kolbenteils (17) angeordnet ist, wobei der erste Kolbenteil (16) das vordere Ende des Stufenkolbens (1) bildet und wobei der erste Kolbenteil (16) einen zylindrischen Arbeitsraum (21) und der zweite Kolbenteil (17) einen ringförmigen Arbeitsraum (22) bildet.
3. Kolbenkompressor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Kolbenteil (17) am einen Ende (27) des ersten Kolbenteils (16) angeordnet ist, wobei der zweite Kolbenteil (17) das vordere Ende des Stufenkolbens (1) bildet und wobei der zweite Kolbenteil (17) einen zylindrischen Arbeitsraum

(22) und der erste Kolbenteil (16) einen ringförmigen Arbeitsraum(21) bildet.

4. Kolbenkompressor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Platten (2, 9) scheibenförmig ausgebildet sind und die Arbeitsräume stirnseitig begrenzen.
5. Kolbenkompressor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Platten (2, 9) mit Einlassventilen (3, 13) und Auslassventilen (4, 14) versehen sind.
6. Kolbenkompressor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventile (3, 4, 13, 14) Lammellenventile (31) sind.
7. Kolbenkompressor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventile (3, 4, 13, 14) Zungenventile (32) sind.
8. Kolbenkompressor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventile (3, 4, 13, 14) Einzelventile mit Federrückstellung (33) sind.

PHA037EP / 09.12.03

13

PHA037EP-0300511

### Zusammenfassung

Ein Kolbenkompressor (15) zum Verdichten gasförmiger Medien enthält einen Stufenkolben (1) mit einem ersten Kolbenteil (16) und einem zweiten Kolbenteil (17), welche in einer Achse angeordnet sind. Zwei Zylinder (7, 8) mit inneren Bohrungen verschiedener Durchmesser bilden zwei Arbeitsräume (21, 22). Die Zylinder werden durch Platten (2, 9) mit Ventilanordnungen verschlossen. Dabei wird im Durchmesser kleinere der Kolbenteil (17) durch eine Öffnung (20) in der Platte (2) geführt. Als Ventile eignen sich insbesondere Lamellenventile, Zungenventile oder auch Ventile mit Federrückstellung.

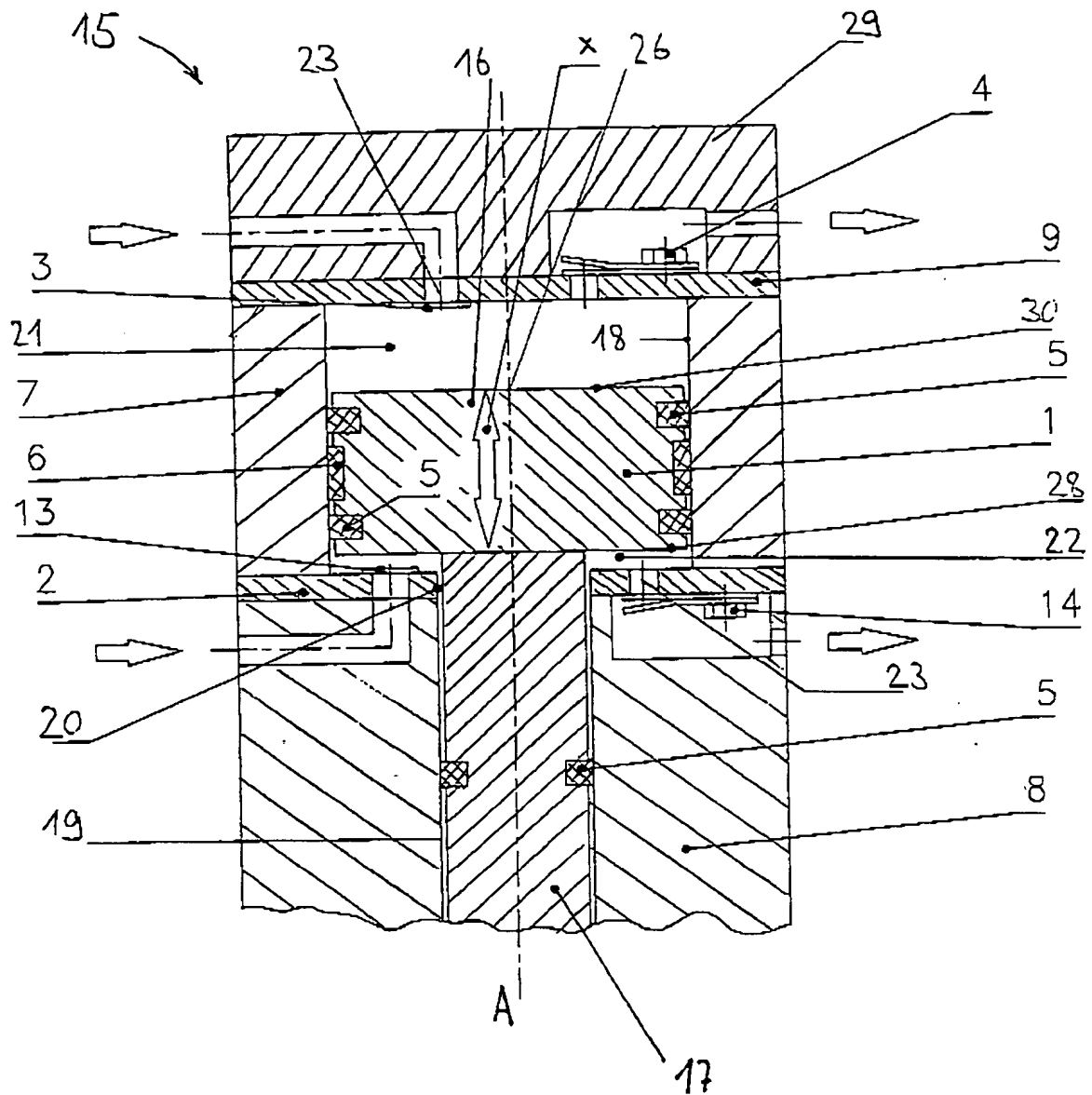
Figur 2

Empfangszeit 9.Dez. 15:32



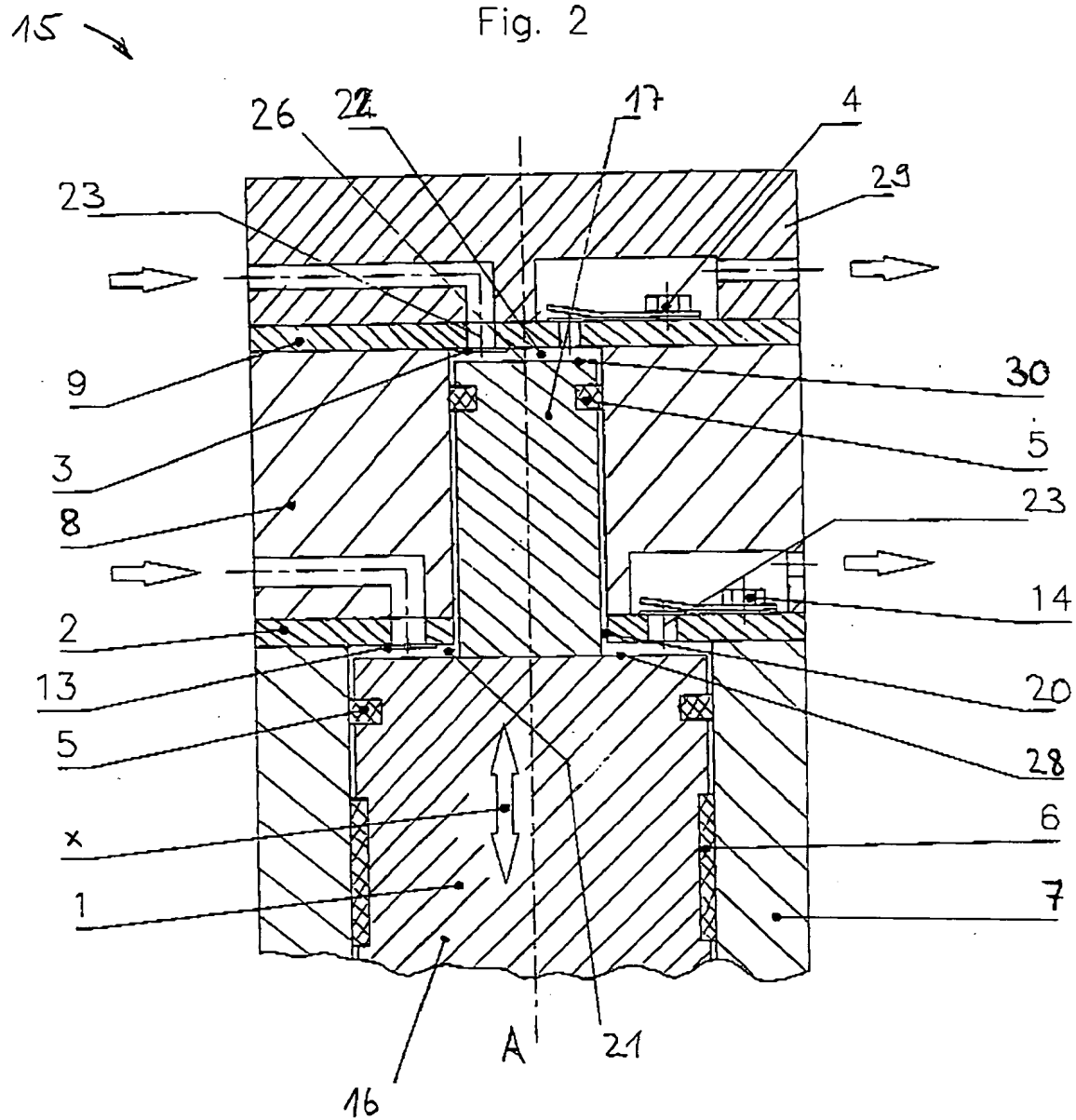
1/3

Fig. 1



2/3

Fig. 2



3/3

Fig. 3

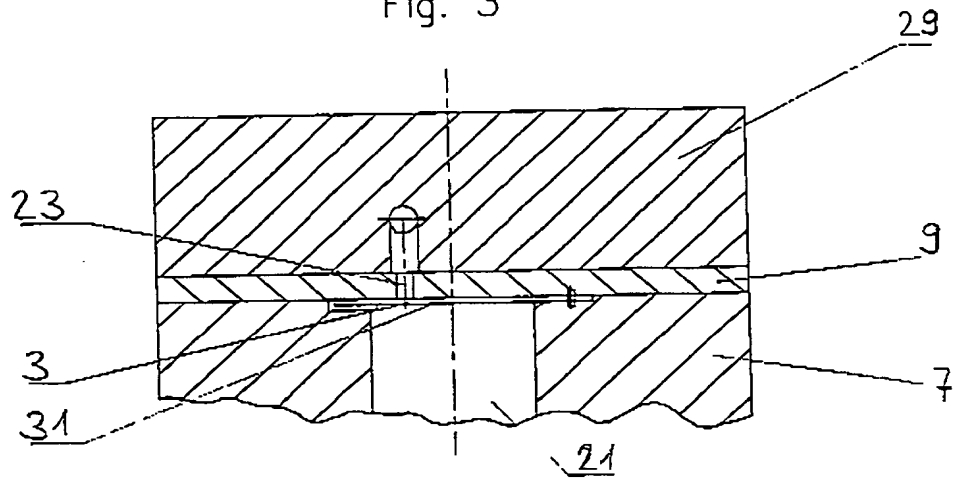


Fig. 4

